مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۴، شماره ۲، سال ۱۳۹۷

پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) سینگل کراس ۷۰۴ به محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در آرایش‌های مختلف کاشت در شرایط تنش شوری

Response of Yield and Yield Components of Grain Maize (*Zea mays* L.) to Foliar Application of Cytokinin and Auxin in Different Planting Arrangements Under Saline Stress Conditions

داوود دوانی[۱]، مجید نبی‌پور[۲] و حبیب‌اله روشنفکر دزفولی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۲۵

چکیده

دوانی، د.، نبی‌پور، م.، و روشنفکر دزفولی، ح. ۱۳۹۷. پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (***Zea mays* L.**) سینگل کراس ۷۰۴ به محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در آرایش‌های مختلف کاشت در شرایط تنش شوری. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴: ۱۳۳- ۱۱۳.**

به منظور ارزیابی اثر هورمون‌های سیتوکینین (صفر و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و اکسین (صفر و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و آرایش کاشت (یک ردیف وسط پشته، دو ردیف طرفین پشته و یک ردیف کف فارو) بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط شوری آزمایشی به صورت اسپلیت‌فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر اجرا گردید. آرایش کاشت در کرت‌های اصلی و تنظیم‌کننده‌ها بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی بررسی گردید. نتایج نشان داد که کاشت دو ردیف در طرفین پشته و کف فارو عملکرد دانه را به ترتیب ۳۱/۷ و ۷۴/۶ درصد افزایش دادند (P<۰/۰۱). در دو سال آزمایش محلول‌پاشی سیتوکینین (۱۳/۴۴ درصد) و اکسین (۲۲/۵۶ درصد) موجب افزایش عملکرد دانه شد. کاشت کف فارو با محلول‌پاشی سیتوکینین بیشترین ارتفاع گیاه را داشت. در هر سه آرایش کاشت در تیمار مصرف سیتوکینین، مصرف اکسین باعث افزایش تعداد ردیف دانه بلال و تعداد دانه در ردیف شد. سیتوکینین و اکسین وزن هزار دانه را به ترتیب ۱۴/۴۲ و ۱۴/۳۶ درصد افزایش دادند (P<۰/۰۱). در هر سه آرایش کاشت مصرف سیتوکینین و اکسین میانگین شاخص برداشت را به ترتیب ۱۹/۰۱ و ۳۰/۷۲ درصد افزایش دادند (P<۰/۰۱). نتایج این تحقیق نشان داد که کاشت کف فارو و محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و اکسین در زمان کاکل‌دهی عملکرد دانه را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ذرت دانه‌ای، تنظیم‌کننده رشد، کاکل‌دهی، کاشت کف فارو، مرحله رشد.

نگارنده مسئول: davanidavoud@gmail.com تلفن: ۰۷۷۳۳۴۴۱۹۰۰

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از مشکلات جدی در کشاورزی است. کمبود منابع آب شیرین و استفاده از آب‌های شور یا آب‌های با کیفیت پایین برای آبیاری باعث افزایش شوری خاک می‌شود، که این مشکل تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Silva *et al*., 2008). سهم زمین‌های کشاورزی در دنیا که متاثر از شوری هستند در حال افزایش می‌باشد و در ایران معادل ۲۷ میلیون هکتار می‌باشد (Rezvani Moghaddam and Koocheki, 2001).

ذرت یک گیاه زراعی نیمه حساس به شوری است (Turan *et al*., 2009). ذرت در مرحله گل‌دهی به تنش‌ها حساسیت بیشتری دارد و تنش شوری در این مرحله باعث از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش شانس باروری گل‌ها می‌شود و در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Mozafar and Goodin, 1986). ذرت گیاهی از خانواده غلات با دوره رشد نسبتاً کوتاه و عملکرد بالاست، در سطح جهانی از نظر مقدار تولید در دنیا در رتبه اول قرار دارد.

سطح زیر کشت و مقدار تولید ذرت جهان در سال ۲۰۱۳ به ترتیب حدود ۱۸۵ میلیون هکتار و ۱۰۱۵۸۰۰ هزار تن بود و میانگین عملکرد در هکتار برابر با ۵۴۸۰ کیلوگرم بود (FAO, 2013). بر اساس همین گزارش سطح زیر کشت، مقدار تولید و میانگین عملکرد دانه در هکتار ذرت در سال ۲۰۱۳ در ایران به ترتیب حدود ۲۹۰ هزار هکتار، ۱۸۵۰ هزار تن و ۶۳۹۰ کیلوگرم بود. با توجه به نیاز روزافزون کشور به تامین مواد غذایی و تولید فرآورده‌های دامی و سهم ذرت در جیره غذایی طیور بررسی عوامل مهم افزایش تولید این محصول راهبردی اهمیت زیادی پیدا کرده است (Noormohamadi *et al*., 2009).

آرایش کاشت بوته‌ها می‌تواند بر دسترسی آنها به نور، آب و عناصر غذایی موثر باشد (Ashraf *et al*., 2008). مطالعات انجام شده پیرامون آرایش کاشت ذرت در کشور حاکی از برتری آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به یک ردیفه می‌باشد (Tahmasebi and Rashed- Mohassel, 2009; Ghanbari- Birgani *et al*., 2010).

با کشت دو ردیفه ذرت، به علت توزیع مناسب‌تر بوته‌ها، رقابت بین آنها کاهش یافته و موجب استفاده بهتر از عوامل محیطی، در نتیجه افزایش عملکرد محصول خواهد شد (Shahkarami and Rafiee, 2009). با این حال روش‌های کاشت در شرایط شور با روش‌های متداول کاشت در شرایط غیر شور متفاوت می‌باشد و کاشت در کف فارو و یا کشت دو ردیفه در شرایط شور توصیه می‌شود (Khavari- Khorasani, 2012; Yazdi Motlagh *et al*., 2012).

در کاشت به روش معمول، بعد از هر آبیاری بر اثر تبخیر مقداری نمک بر روی پشته‌ها باقی

می‌ماند که بر اثر آبیاری‌های متعدد این نمک زیاد و زیادتر می‌شود و باعث افزایش شوری در محیط رشد گیاه می‌شود. برای رفع این مشکل، کشت دو ردیفه و کف فارو توصیه شده است، که به علت توزیع بهتر بوته‌ها و عدم تجمع نمک پای بوته‌ها در شرایط شور اثر مثبت بر عملکرد خواهد داشت (Khavari- Khorasani, 2012). در حالی که در پشته‌های مسطح دو ردیفی بیشتر نمک به داخل پشته حرکت می‌کند و کناره پشته نسبتاً عاری از نمک بوده و استقرار مرحله گیاهچه‌ای در این قسمت از پشته‌ها مطمئن‌تر می‌باشد. همچنین در کاشت کف فارو احتمالاً به دلیل افزایش کارآیی مصرف آب، کاهش میزان نمک در اطراف بوته ذرت و افزایش رشد و توسعه ریشه‌ها، رشد و نمو گیاه بهبود می‌یابد (Barzegari, 2006).

هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در افزایش توانایی گیاهان برای انطباق با تغییرات محیطی از طریق تاثیر بر فرآیندهای رشد و نمو، توزیع و انتقال مواد غذایی از منبع به مخزن دارند. اگر چه بیشتر اسید آبسیزیک (ABA) به عنوان هورمون استرس مورد مطالعه بوده است، نقش سیتوکینین و اکسین در شرایط تنش‌های محیطی نباید نادیده گرفته شود (Peleg and Blumwald, 2011). مشخص شده است که در شرایط نامساعد محیطی سطوح درون زای هورمون‌های گیاهی دچار تغییرات اساسی می‌شود (Hare *et al*., 1997). در پاسخ به شرایط شوری سطح اسید آبسیزیک و اتیلن افزایش (Gomez-Cadenas *et al*., 1998) و محتوای سیتوکینین (Tarakhovaskaya *et al*., 2013) و اکسین (Javid *et al*., 2011) گیاه کاهش می‌یابد.

سیتوکینین‌ها باعث بهبود رشد گیاهان زراعی در شرایط شوری می‌شوند (Rajala and Peltonen-Saninio, 2001). بیان تعداد زیادی از ژن‌های القاء تنش توسط هورمون‌های رشد از جمله سیتوکینین‌ها تنظیم می‌شود (Itai *et al*., 1999; Naqvi *et al*., 1999). ژن‌های گیرنده سیتوکینین در برخی گونه‌های گیاهی توسط تغییرات در شرایط اسمزی تنظیم می‌شود (Merchan *et al*., 2007).

سیتوکینین از طریق تجمع در کلروفیل و تبدیل اتیوپلاست به کلروپلاست و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد پیری برگ را به تعویق می‌اندازد. بنابراین این امکان وجود دارد که در پاسخ به شرایط محیطی سخت کارساز باشد (Yazdi- Motlagh *et al*., 2012). مصرف خارجی دو میلی‌مول سیتوکینین باعث افزایش عملکرد دانه ذرت به میزان ۹/۶۶ درصد در شرایط شور شد (Kaya *et al*., 2010). کاربرد ۶۰ میلی‌گرم در لیتر سیتوکینین به طور میانگین ۲۰ تا ۳۵ درصد عملکرد دانه، وزن و ارتفاع ساقه و برگ‌ها و مقدار قند ذرت را افزایش داد (Foidle *et al*., 2001).

اکسین‌ها نیز نقش بسیار مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارند

(Kaya *et al*., 2010). اکسین‌ها در پاسخ‌های دفاعی از طریق تنظیم بیان تعداد زیادی از ژن‌ها و تداخل بین پاسخ‌های تنش‌های زنده و غیر زنده را واسطه‌گری می‌کنند (Fahad *et al*., 2015). در آزمایشی همراه با افزایش اکسین در گیاه ذرت مقدار DNA در هسته و میانگین قطر هسته افزایش یافت که می‌تواند در تحمل گیاه در تنش‌های غیرزیستی مؤثر باشد (Letham, 1978). مشاهده شده است که مصرف هورمون اکسین ریزش برگ‌های ذرت را کاهش داده است (Ashraf *et al*., 2006).

میزان پر شدن دانه در غلات ارتباط نزدیکی با قدرت مخزن دارد (Lacerda *et al*., 2003). اکسین‌ها فعالیت‌های فتوسنتزی (Naeem *et al*., 2004) و انتقال مواد فتوسنتزی (Awan *et al*., 1999) را افزایش می‌دهند. در آزمایشی مشخص شد حداکثر سرعت تقسیم سلولی با زمان تجمع زآتین و زآتین ریبوساید همزمان بود. از این رو این نتیجه با این فرضیه که سیتوکینین باعث تحریک تقسیم سلولی می‌شود مطابقت دارد (Huu-Sheng and Tim, 1993). بنابراین مصرف سیتوکینین و اکسین در گیاهان در شرایط تنش می‌تواند روشی مناسب برا کاهش اثر سوء تنش‌های محیطی غیر زیستی باشد (Ranjan *et al*., 2003).

این پژوهش به منظور بررسی پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ به محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در شرایط شور و ارزیابی تاثیر کاشت کف فارو و دو ردیف در طرفین پشته در مقایسه با روش مرسوم کشت یک ردیف در وسط پشته بر عملکرد دانه ذرت در شرایط شور اجرا شد. هدف تعیین بهترین آرایش کاشت در تلفیق با محلول‌پاشی هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در شرایط شور بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر هورمون‌های سیتوکینین و اکسین و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید دیررس سینگل‌کراس ۷۰۴ در شرایط شوری، آزمایش مزرعه‌ای به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر واقع در شهرستان دشتستان اجرا شد.

محل اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۷۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۵۰ میلی‌متر است. آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

بافت خاک محل آزمایش لوم شنی دارای ۱۵/۱٪ رس، ۳۱/۵٪ سیلت و ۵۳/۴٪ شن بود.

جدول ۱- آمار هواشناسی برای ایستگاه تحقیقات کشاورزی دشتستان در دو فصل زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳
Table 1. Metereological information for Agricultual Research Station of Dashtestan in 2013 and 2014 cropping seasons

ماه Month	میانگین دما (سانتی‌گراد) ۱۳۹۲ Mean temperature (°C) 2013	میانگین دما (سانتی‌گراد) ۱۳۹۳ Mean temperature (°C) 2014	بارندگی (میلی‌متر) ۱۳۹۲ Rainfall (mm) 2013	بارندگی (میلی‌متر) ۱۳۹۳ Rainfall (mm) 2014	تبخیر (میلی‌متر) ۱۳۹۲ Evaporation (mm) 2013	تبخیر (میلی‌متر) ۱۳۹۳ Evaporation (mm) 2014
August	36.0	37.5	0.0	0.0	13.0	13.9
September	34.1	35.75	0.0	0.0	11.1	12.0
October	29.2	31.8	0.0	0.0	8.4	9.8
November	23.3	25.75	88.1	12.6	4.5	5.9
December	18.2	19.65	0.4	40.3	2.4	3.6

میزان کربن آلی، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۰/۵٪، ۱۱/۶ و ۱۹۵ میلی گرم در کیلوگرم در عصاره اشباع و هدایت الکتریکی خاک و آب مزرعه به ترتیب برابر با ۴/۹۸ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. بر این اساس خاک مزرعه در محدوده خاک‌های شور و آب آبیاری در گروه آب‌های لب شور قرار داشت (Salardini, 2008). pH خاک و آب به ترتیب ۷/۵ و ۷/۷ بود.

آرایش کاشت در سه سطح (یک ردیف روی پشته، دو ردیف طرفین پشته به صورت زیگزاگ و یک ردیف کف فارو) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی سیتوکینین (عدم مصرف و محلول‌پاشی در مرحله ۱۰-۸ برگی) و محلول‌پاشی اکسین (عدم مصرف و محلول‌پاشی در زمان ظهور ابریشم) بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند (Emam *et al*., 2013; Keshavarzi *et al*., 2013).

آماده‌سازی زمین با انجام عملیات شخم در اردیبهشت و دو دیسک عمود برهم و ایجاد جوی‌پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر با فاروئر در مرداد انجام شد. کاشت به صورت کپه‌ای و سه عدد بذر در هر کپه در عمق پنج سانتی‌متر بود. برای دستیابی به تراکم بوته مناسب، عملیات تنک کردن با حذف دو بوته در هر کپه در مرحله سه تا چهار برگی انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کاشت به طول شش متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف در آرایش کاشت یک ردیف وسط پشته و کف فارو برابر با ۱۷/۵ سانتی‌متر و در روش دو ردیف طرفین پشته برابر با ۳۵ سانتی‌متر بود و بدین ترتیب تراکم بوته برای تمامی تیمارها ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار ثابت بدست آمد.

تاریخ کاشت در سال اول ۱۵ مرداد و در سال دوم ۱۷ مرداد یعنی تاریخ کاشت مرسوم در منطقه بود. مقادیر کود مصرفی بر اساس آزمون خاک و برای کلیه تیمارها یکسان و شامل ۴۰۰ کیلوگرم اوره و ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم استفاده شد. بر اساس نتایج آزمون خاک نیازی به مصرف پتاسیم نبود. یک سوم

کود نیتروژن و تمام کود فسفره قبل از کاشت به روش دستی در کنار پشته‌ها جای‌گذاری شد و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی مصرف شد.

آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای و بر حسب نیاز گیاه انجام شد. پس از هر ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، آبیاری انجام شد. کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام شد.

از بنزیل آدنین (N6-Benzyladenine) و اسید ایندول بوتیریک (Indole- 3- butyric acid) به ترتیب به عنوان سیتوکینین و اکسین (تهیه شده از نمایندگی شرکت مرک آلمان) استفاده شد که بترتیب با غلظت ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی شدند (Emam *et al*., 2013; Keshavarzi *et al*., 2013). جهت حلالیت بیشتر ابتدا هر دو تنظیم‌کننده رشد در اتانول حل شدند. به منظور جذب بیشتر تنظیم کننده‌های رشد از سورفکتانت توین ۲۰ با نسبت ۰/۵ درصد حجمی استفاده شد. تیمار شاهد نیز با آب مقطر همراه با توین ۲۰ محلول‌پاشی شدند.

برای اطمینان از جذب شدن تنظیم کننده‌ها توسط گیاه محلول پاشی در هر مرحله چهار روز متوالی تکرار و جهت جلوگیری از تبخیر سریع آنها به وسیله نور خورشید و هم اینکه تا صبح روز بعد مدت زمان مناسبی جهت جذب بهینه محلول وجود داشته باشد، محلول‌پاشی هم‌زمان با غروب آفتاب انجام شد.

برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه، ۱۰ بوته به طور تصادفی در هر کرت انتخاب شد. برداشت نهایی بعد از حذف حاشیه‌ها از سه ردیف وسط و مساحت نه مترمربع در هر کرت انجام شد. پس از جدا کردن دانه‌ها از بلال به وسیله دستگاه شیلر، وزن دانه برا هر کرت توزین و عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد تعدیل گردید.

برای تعیین محتوای رطوبت دانه پنج گرم دانه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شد و سپس در پاکت کاغذی قرار گرفتند. برای خشک کردن دانه‌ها از آون با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت استفاده شد و از طریق فرمول زیر محتوای رطوبت پایه دانه به دست آمد (ISTA, 2009).

$$MC\ (\%) = M_1 - M_2/M_1 \times 100$$

که در آن: MC محتوای رطوبت دانه بر اساس درصد، M_1 وزن اولیه دانه و M_2 وزن دانه پس از خشک کردن بود.

برای انجام تجزیه واریانس مرکب داده‌ها بر اساس موازین اسپلیت فاکتوریل که در آن بلوک و سال تصادفی در نظر گرفته شدند، از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه تحت تاثیر آرایش کاشت، اکسین و اثر متقابل سال × سیتوکینین × اکسین قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با ۷/۷۷ تن در هکتار در کاشت کف فارو و کمترین آن در آرایش کاشت معمول با میانگین ۴/۴۵ تن در هکتار بدست آمد (جدول ۳). هر گونه تنش از قبیل افزایش تجمع نمک در روی پشته منجر به تأخیر در ابریشم‌دهی و گرده‌افشانی و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود، به طوری که ممکن است حتی در بلال دانه تشکیل نشود (Najafinejad and Farzamniya, 2006). نتیجه این آزمایش با مشاهدات جین و همکاران (Jin *et al*., 2010) در مورد ذرت مطابقت داشت.

بررسی نتایج اثر متقابل سال × سیتوکینین × اکسین نشان داد که در هر دو سال اجرای آزمایش مصرف سیتوکینین در تیمارهای مختلف اکسین منجر به افزایش عملکرد دانه شد. همچنین در دو سال آزمایش بیشترین عملکرد دانه به ترتیب با میزان ۶/۸ تن در هکتار در سال ۱۳۹۲ و ۷/۲ تن در هکتار در سال ۱۳۹۳ با مصرف اکسین به همراه سیتوکینین بدست آمد که نشان می‌دهد عملکرد دانه در هکتار در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ به میزان ۶/۳۲ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

افزایش وزن هزار دانه در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ باعث افزایش عملکرد دانه در سال ۱۳۹۳ گردید. بنظر می‌رسد مصرف هورمون‌های سیتوکینین و اکسین باعث کاهش تأثیر دمای بالاتر سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ گردید و از طریق افزایش انتقال مواد پرورده به دانه‌ها (داده‌های منتشر نشده) وزن هزار دانه را افزایش و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در هکتار در سال ۱۳۹۳ گردید. تصور می‌شود که هورمون‌ها در مخزن عامل تعیین کننده برای ظرفیت مخزن باشند (Brenner and Cheikh, 1995). اکسین‌ها با تاثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل انتقال مواد پرورده به در تعیین ظرفیت مخزن نقش دارند (Hansen and Grossmann, 2000).

سیتوکینین‌ها می‌توانند تحمل شوری را در گندم از طریق اثر متقابل با دیگر هورمون‌های گیاهی به ویژه اکسین‌ها افزایش دهند (Iqbal and Ashraf, 2010). سیتوکینین‌ها با دارا بودن توانایی اثرگذاری بر نفوذپذیری غشاء به یون‌های یک و دو ظرفیتی و القاء موضعی مخزن‌های متابولیکی پیری برگ را به تعویق می‌اندازند و مدت زمان انجام فتوسنتز برگ را طولانی‌تر نموده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهند (Letham, 1978).

کاربرد موضعی سیتوکینین روی ساقه منجر به رشد زودرس جوانه‌های جانبی، تاخیر در پیری برگ، فتومورفوژنز جزئی در تاریکی و

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای اثر سال، آرایش کاشت و هورمون‌های سیتوکینین و اکسین بر ارتفاع گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش شوری

Table 2. Combined analysis of variance for effects of year, planting arrangement and cytokinin and auxin hormones on plant height, yield and yield components of maize SC707 under saline stress conditions

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی d.f.	MS میانگین مربعات ارتفاع گیاه Plant height	تعداد ردیف در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number. per row	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	165.43^{ns}	1.56^{ns}	4.91^{ns}	211.69^{ns}	0.37^{ns}	4.84^{ns}
Y(Rep)	تکرار (سال)	4	2134.02	1.96	41.75	2884.4	24.42	40.99
Planting arrengement (A)	آرایش کاشت	2	5902.7**	29.92**	126.84**	15829.6**	66.5**	447.53**
A×Y	سال × آرایش کاشت	2	0.3^{ns}	0.002^{ns}	1.81^{ns}	1.91^{ns}	1.07^{ns}	0.09^{ns}
Error	خطا	8	731.07	0.37	34.51	1584.6	3.05	17.7
Cytokinin (B)	سیتوکینین	1	35.64^{ns}	24.48**	114.6*	1465.38^{ns}	1.21^{ns}	654.49**
A×B	سیتوکینین× آرایش کاشت	2	1898.48**	0.28^{ns}	15.55^{ns}	984.95^{ns}	0.75^{ns}	361.54**
B×Y	سیتوکینین× سال	1	0.77^{ns}	0.0008^{ns}	2.73^{ns}	10909.61**	7.07^{ns}	0.18^{ns}
A×B×Y	سال × آرایش کاشت× سیتوکینین	2	0.94^{ns}	0.0006^{ns}	0.43^{ns}	689.91^{ns}	2.59^{ns}	0.02^{ns}
Auxin (C)	اکسین	1	234.28^{ns}	0.02^{ns}	1.1^{ns}	20225.96**	54.09**	3244.15**
C×Y	اکسین× سال	1	0.08^{ns}	0.008^{ns}	1.85^{ns}	0.59^{ns}	0.79^{ns}	0.02^{ns}
A×C	اکسین× آرایش کاشت	2	450.89^{ns}	0.06^{ns}	171.59**	117.45^{ns}	6.62^{ns}	317.31*
A×C×Y	اکسین× آرایش کاشت × سال	2	0.29^{ns}	0.00003^{ns}	0.28^{ns}	1.22^{ns}	0.005^{ns}	0.18^{ns}
B×C	اکسین× سیتوکینین	1	378.4^{ns}	0.68^{ns}	15.47^{ns}	1546.23^{ns}	2.05^{ns}	7.01^{ns}
B×C×Y	اکسین× سیتوکینین× سال	1	0.008^{ns}	0.01^{ns}	1.96^{ns}	11481.17**	13.93*	0.11^{ns}
A×B×C	آرایش کشت × سیتوکینین× اکسین	2	256.32^{ns}	3.39**	77.46*	991.78^{ns}	8.23^{ns}	24.46^{ns}
A×B×C×Y	آرایش کشت × سیتوکینین× اکسین×سال	6	0.5^{ns}	0.0002^{ns}	0.32^{ns}	761.33^{ns}	2.48^{ns}	0.02^{ns}
Error	خطا	24	164.85	0.29	15.56	558.73	3.54	33.27
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		7.61	3.82	10.35	10.77	13.24	21.2

* و ** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns: غیر معنی‌دار

* and ** : Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.
ns: Not- significant

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر آرایش کاشت بر ارتفاع گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش شوری

Table 3. Mean comparison for the effect of planting arrangement on plant height, yield and yield compoments of maize SC704 under saline stress enditions

Planting arrangement	آرایش کاشت	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد ردیف دانه Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number per row	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($ton.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index
Single row	یک ردیف	4.45c	12.88b	36.06b	193.11b	153.96b	29.45a
Double rows	دو ردیف	5.86b	14.69a	37.65ab	220.32a	167.27ab	22.22b
Furrow planting	کف فارو	7.77a	14.92a	40.59a	244.44a	184.32a	29.92a

میانگین‌های، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سیتوکینین × اکسین × سال بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه

Table 4. Mean comparison for the interaction effect of cytokinin × auxin × year on grain yield and 1000 grain weight of maize SC704 under saline stress conditions

		عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($ton.ha^{-1}$)				وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)			
		۱۳۹۲ 2013		۱۳۹۳ 2014		۱۳۹۲ 2013		۱۳۹۳ 2014	
Cytokinin	سیتوکینین	شاهد Control	مصرف اکسین Auxin application	شاهد Control	مصرف اکسین Auxin application	شاهد Control	مصرف اکسین Auxin application	شاهد Control	مصرف اکسین Auxin application
Control	شاهد	4.47b	6.63a	4.07b	6.9a	176.09b	225.72a	179.09b	228.39a
Cytokinin application	مصرف سیتوکینین	5.65ab	6.8a	6.18a	7.23a	225.41a	243.07a	229.21a	247.32a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

افزایش قدرت مخزن می‌شود. علاوه بر این، سیتوکینین پارامترهای مهم فیزیولوژیکی را تنظیم می‌کند که تشکیل زیست توده و توزیع آن را از طریق ژن‌های مرکزی مسیرهای متابولیت اولیه شامل اینورتازها، ناقلین هگزوز و ژن‌های کلیدی متابولیسم و پیام‌رسانی نیتروژن و فسفات (مانند نیترات ردوکتاز) تعیین می‌کنند (Davies, 2004). افزایش عملکرد می‌تواند بازتابی از اثر تحریک‌کنندگی هورمون‌های رشد بر رشد گیاه و افزایش در محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد که می‌تواند منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و همچنین انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه باشد (Mervat *et al*., 2013).

اثر آرایش کاشت و اثر متقابل آرایش کاشت × سیتوکینین بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در هر سه آرایش کشت مصرف سیتوکینین باعث افزایش ارتفاع گیاه شد بطوری که در آرایش‌های کاشت معمول، دو ردیف و کف فارو مصرف سیتوکینین ارتفاع گیاه را به ترتیب ۸/۴، ۷/۲۸ و ۱/۹۴ درصد افزایش داد که البته این افزایش در آرایش کاشت کف فارو معنی‌دار نبود. بیشترین ارتفاع گیاه برابر با ۱۸۶/۱ سانتی‌متر در آرایش کشت کف فارو و مصرف سیتوکینین بدست آمد در حالی که کمترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۴۷/۸ سانتی‌متر به آرایش کشت معمول و بدون مصرف سیتوکینین تعلق داشت (جدول ۵).

ارتفاع گیاه به عنوان یکی از معیارهای توانایی رقابتی ارقام و گونه‌های مختلف زراعی مطرح است که خود تحت تاثیر آرایش کاشت و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Machanda and Garg, 2008). آرایش کاشت کف فارو یک روش مناسب برای مناطقی است که گیاه در طول دوره رشد با تنش شوری یا خشکی روبه‌رو می‌شود (Khavari- Khorasani, 2012). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که احتمالاً شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول‌ها خصوصا در ساقه و برگ‌ها گردید و به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر روی گیاهان کاهش ارتفاع بود. به علاوه از آنجا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و برهم زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود. می‌توان کاهش ارتفاع گیاه را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد (Mirmohammadi Maibodi and Ghareyazi, 2002).

غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود. سیتوکینین باعث افزایش تقسیم سلولی در اندام‌های هوایی می‌شود (Nordstrom *et al*, 2004). کاهش در

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل آرایش کاشت × سیتوکینین و آرایش کاشت × اکسین بر ارتفاع گیاه و شاخص برداشت ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش شوری

Table 5. Mean comparison for the interaction effect of planting arrangement × cytokinin and planting arrangement × auxin on plant height and harvest index of maize SC704 under saline stress conditions

		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)		شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)			
		شاهد	مصرف سیتوکینین	شاهد	مصرف اکسین	شاهد	مصرف سیتوکینین
Planting arrangement	آرایش کاشت	Control	Cytokinin application	Control	Auxin application	Control	Cytokinin application
Single row	یک ردیف	147.75e	160.17d	18.54ef	40.36a	22.23de	36.68a
Double Rows	دو ردیف	161.39cd	173.15b	17.56f	26.88cd	21.8e	22.64cde
Furrow Planting	کف فارو	182.54ab	186.09a	25.35d	34.49b	27.68b	32.16ab

میانگین‌هایی، در هر ستون، دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Mean, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan’s Multiple Range Test.

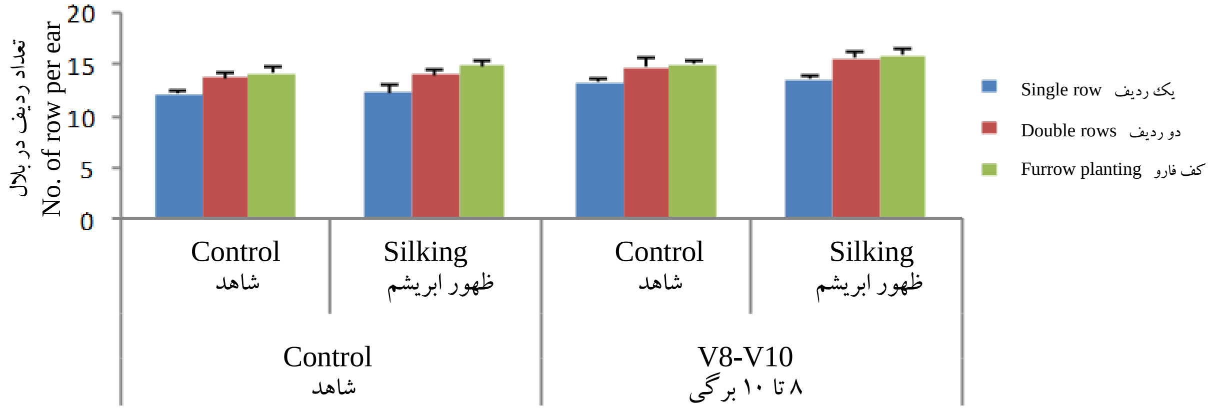
محتوای سیتوکینین پاسخ اولیه به تنش شوری می‌باشد (Thomas *et al*., 1992). در آزمایشی بنزیل آدنین بر کاهش سرعت رشد، نسبت ساقه به ریشه و محتوی سیتوکینین درونی در یک واریته حساس به شوری جو غلبه کرد (Kuiper *et al*., 1990). افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر و خشک بوته تحت تاثیر سیتوکینین را می‌وان به تحریک انتقال مواد غذایی به جوانه‌ا از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا افزایش تمایز ارتباط آوندی بین جوانه‌های جانبی و ساقه اصلی و در نتیجه جذب بیشتر آب و مواد غذایی مرتبط دانست (Mervat *et al*., 2013).

اثر آرایش کاشت، محلول‌پاشی سیتوکینین و اثر محلول‌پاشی سیتوکینین به همراه هورمون اکسین در روش‌های مختلف کاشت بر روی تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی هورمون اکسین به همراه هورمون سیتوکینین در روش‌های مختلف کاشت باعث افزایش تعداد ردیف دانه شد که البته این افزایش در تیمار مصرف سیتوکینین (۴/۳۱ درصد) بیشتر از تیمار بدون مصرف سیتوکینین (۲/۲۵ درصد) بود. به طور میانگین در تیمارهای مختلف هورمونی، آرایش کاشت دو ردیف در طرفین پشته و کف فارو نسبت به آرایش کاشت معمول منجر به افزایش تعداد ردیف دانه در بلال به ترتیب به میزان ۱۱/۶۶ و ۱۴/۲۵ درصد شد (شکل ۱).

معمولاً تعداد ردیف دانه تحت کنترل سازکارهای ژنتیکی می‌باشد ولی عوامل محیطی نیز بر آن تاثیر گذار هستند (Koocheki and Banayan, 1994). گزارش شده است که مصرف سیتوکینین در تنش دمای پایین باعث بارگیری و انتقال مقادیر زیادی مواد پرورده به دانه‌ها می‌شود و تعداد دانه‌های پر را افزایش داد (Mohabbati *et al*., 2012). اکسین‌ها نیز با تاثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل مواد پرورده به سمت مخزن و ظرفیت مخزن دخیل هستند (Hansen and Grossmann, 2000).

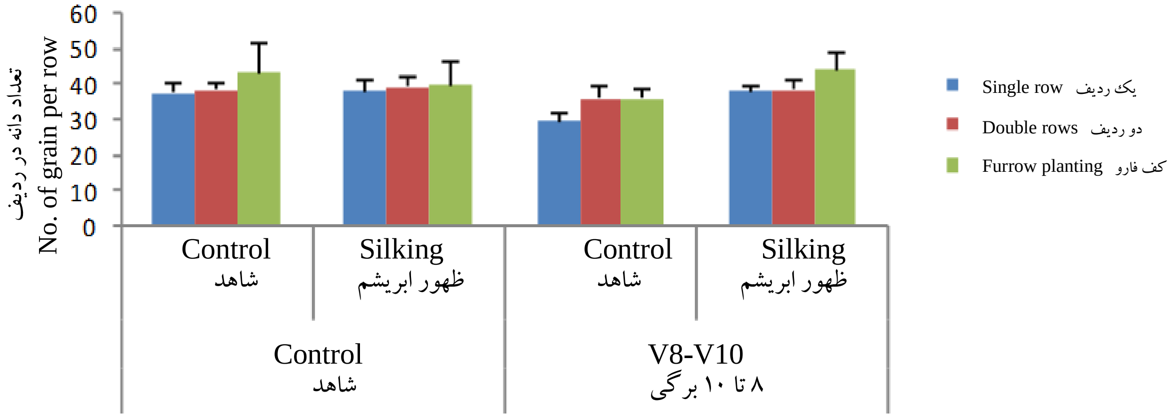
نتایج نشان داد که اثر آرایش کاشت، سیتوکینین، اثر متقابل آرایش کاشت × اکسین و اثر متقابل آرایش کاشت × سیتوکینین × اکسین بر روی تعداد دانه در ردیف معنی‌دار بود (جدول ۲). در تیمارهای مختلف سیتوکینین، هم بدون مصرف و هم با مصرف اکسین، کمترین تعداد دانه در ردیف با آرایش کاشت یک ردیف روی پشته و بیشترین تعداد دانه در ردیف با آرایش کاشت کف فارو بدست آمد. با این حال مشخص شد که در هر سه آرایش کاشت مصرف اکسین به همراه مصرف سیتوکینین باعث افزایش تعداد دانه در ردیف شد (شکل ۲).

هر چند پتانسیل تعداد دانه در بلال ذرت قبل از گلدهی مشخص می شود ولی شرایط محیطی بعد از گلدهی بر دستیابی به حداکثر تعداد دانه در بلال تاثیرگذار است (Espinoza and Ross, 1996). بطورکلی،



شکل ۱- اثر متقابل محلول‌پاشی هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در آرایش‌های مختلف کاشت بر تعداد ردیف دانه در بلال

Fig. 1. Interaction effect of spraying auxin and cytokinin hormones in different planting arrangements on the row number Per ear



شکل ۲- اثر متقابل محلول‌پاشی هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در آرایش‌های مختلف کاشت بر تعداد دانه در ردیف.

Fig. 2. Interaction effect of spraying auxin and cytokinin hormones in different planting arrangements on the grain number per row

ذرت در مرحله گل‌دهی به کمبود رطوبت و تنش خشکی حساسیت زیادی دارد و بروز اثر شوری به صورت خشکی ثانویه باعث از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش شانس باروری گل‌ها می‌گردد و این عمل در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Mozafar and Goodin, 1986).

از طرفی عاملی که بر فرآیند تولید ذرت در زمان گل‌دهی اثر منفی می‌گذارد کاهش سرعت اسیمیلاسیون خالص در زمان گل‌دهی تا پر شدن دانه است و احتمالاً شوری این تأثیر منفی را تشدید می‌کند

(Koocheki and Banayan, 1994). از این رو بنظر می‌رسد مصرف اکسین در مرحله کاکل‌دهی باعث کاهش اثر شوری بر گیاه شد و از این طریق تعداد دانه را افزایش داد. بطور میانگین در تیمارهای مختلف هورمونی، آرایش کاشت دو ردیف در طرفین پشته و کف فارو نسبت به آرایش کاشت معمول منجر به افزایش تعداد دانه در ردیف بلال به ترتیب به میزان ۵/۵۸ و ۶/۶۲ درصد شد (شکل ۲).

با وجود شرایط نامناسب محیطی از جمله تنش شوری، فاصله بین ظهور گل تاجی و کاکل‌دهی افزایش می‌یابد و تعداد تخمک‌های تلقیح یافته (دانه) کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن کاهش می‌یابد و نسبت گلچه‌های عقیم افزایش یافته و تعداد دانه در ردیف کاهش می‌یابد. در آزمایشی مصرف ۷۰ میکرو مولار سیتوکینین نسبت به تیمار بدون مصرف تعداد دانه در سنبله گندم را به میزان هشت درصد افزایش داد (Emam *et al*., 2013). همچنین مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید منجر به افزایش ۵۱ درصد تعداد غلاف در بوته و ۲۵ درصد تعداد دانه در غلاف نخود شد (Amal and Amira, 2009).

اثر آرایش کاشت بر ورزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی اکسین، اثر متقابل سال × اکسین و اثر متقابل سال × سیتوکینین × اکسین نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن هزار دانه در آرایش کاشت کف فارو برابر با ۲۴۴/۲ گرم بدست آمد و کمترین وزن هزار دانه برابر با ۱۹۳/۱ گرم به آرایش کاشت معمول تعلق داشت (جدول ۳). روند کاهشی عملکرد دانه با افزایش شوری می‌تواند بدلیل کاهش وزن هزار دانه و اختلال در گرده‌افشانی و مراحل فتوسنتزی گیاه و انتقال مواد به دانه‌ها در شرایط شور باشد (Kuiper *et al*., 1990). کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد (Mozafar and Goodin, 1986).

در هر دو سال آزمایش بیشترین وزن هزار دانه با مصرف سیتوکینین و اکسین بدست آمد که مقدار آن در سال ۱۳۹۲ برابر با ۲۴۳/۱ گرم و در سال ۱۳۹۳ برابر با ۲۴۷/۳ گرم بود (جدول ۴). از این رو می‌توان نتیجه گرفت مصرف هورمون در این آزمایش توانست عدم تعادل هورمونی ناشی از شوری را رفع نماید و منجر به افزایش وزن هزار دانه شود. کمترین وزن هزار دانه در سال ۱۳۹۲ برابر با ۱۷۶/۱ و در سال ۱۳۹۳ برابر با ۱۷۹/۱ گرم در تیمار بدون مصرف سیتوکینین و اکسین بدست آمد (جدول ۴).

میانگین دما در سال ۱۳۹۳ برابر با ۳۰/۱ و در سال ۱۳۹۲ برابر با ۲۸/۱۶ بود (جدول ۱). به نظر

می‌رسد مصرف هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در این آزمایش توانست تأثیر میانگین دمای بالا در سال ۱۳۹۳ را بر وزن هزار دانه کاهش دهد و از طریق انتقال مواد پرورده بیشتر به دانه‌ها وزن هزار دانه را نسبت به سال ۱۳۹۲ افزایش داد (جدول ۴).

یکی از اهداف محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی در دوره زایشی افزایش دوره سبزینگی و فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها برای انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه است (Garsia R and Hanowy, 1996). براساس گزارش کوچکی و سرمدنیا (Koocheki and Sarmad-Nia, 2012) هورمون‌ها با تاثیر بر تشکیل، نمو و از بین رفتن گل‌ها و دانه‌ها اثر مهمی در روابط بین منبع و مخزن گیاهان می‌گذارند و ممکن است از طریق تأثیر بر روی نیاز مخزن به طور غیر مستقیم روی سرعت انتقال مواد پرورده اثر بگذارند. با توجه به عملکرد فیزیولوژیکی سیتوکینین هیچ تردیدی وجود ندارد که کاهش سطوح سیتوکینین داخلی می‌تواند باعث کاهش فعالیت مخزن و تسریع روند پیری در شرایط تنش شوری شود (Xie *et al*., 2003). اثر مثبت اکسین در نمو دانه از طریق افزایش انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی در مورد ذرت به اثبات رسیده است (Darussalam Cole and Patrick, 1998).

اثر آرایش کاشت، محلول‌پاشی سیتوکینین، اکسین و اثر متقابل آرایش کاشت × سیتوکینین در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آرایش کاشت × اکسین بر شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در آرایش‌های کاشت معمول، دو ردیف در طرفین پشته و کف فارو مصرف اکسین منجر به افزایش شاخص برداشت به ترتیب به میزان ۱۱۷/۹۶، ۵۳/۰۷ و ۳۶/۰۵ درصد شد. بطور میانگین در میان آرایش‌های کاشت مختلف مصرف اکسین توانست شاخص برداشت را به میزان ۶۵/۵۷ درصد افزایش دهد (جدول ۴). میزان افزایش شاخص برداشت با مصرف سیتوکینین در آرایش‌های کاشت معمول، دو ردیف در طرفین پشته و کف فارو بترتیب برابر با ۶۵، ۳/۸۵ و ۱۶/۱۸ درصد بود که نشان داد به طور میانگین مصرف سیتوکینین در آرایش‌های کاشت مختلف شاخص برداشت را به میزان ۲۷/۵۷ درصد افزایش داد (جدول ۴).

اکسین نسبت به سیتوکینین نقش موثرتری در افزایش شاخص برداشت داشت که دلیل آن را می‌توان اثر معنی‌دار اکسین در افزایش عملکرد دانه ذکر کرد. از آنجائیکه بیشترین میزان افزایش شاخص برداشت با مصرف هورمون‌های سیتوکینین و اکسین در آرایش کاشت یک ردیف حاصل شد و در این آرایش کاشت شوری بیشتری پای بوته تجمع می‌شود و چون میزان افزایش شاخص برداشت با مصرف هورمون در آرایش کاشت یک ردیف نسبت به دیگر آرایش‌های کاشت بیشتر بود، می‌توان

نتیجه گرفت که در آرایش کاشت یک ردیف مصرف هورمون‌های سیتوکینین و اکسین نقش موثرتری در کاهش اثر شوری بر ذرت از طریق جلوگیری از کاهش عملکرد دانه داشت.

هورمون‌ها از طریق اثر بر تشکیل، نمو و از بین رفتن گل‌ها و دانه‌ها تأثیر مهمی در روابط بین منبع و مخزن گیاهان می‌گذارند و ممکن است از طریق تأثیر بر روی نیاز مخزن بطور غیر مستقیم بر روی سرعت انتقال مواد پرورده اثر بگذارند. از طرف دیگر عواملی که انتقال آسیمیلاسیون به مخزن را کنترل می‌کنند، روی توزیع مواد فتوسنتزی نیز کنترل دارند و هورمون‌ها از طریق اثر بر روی فعالیت‌های آنزیمی و انعطاف‌پذیری سلول‌های مخزن تأثیر بسزائی روی توزیع مواد فتوسنتزی دارند (Koocheki and Sarmad- Nia, 2012).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف خارجی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین می‌تواند تحمل ذرت را به تنش شوری افزایش دهد و عملکرد دانه را به شرایط بهینه نزدیک نماید. با مصرف سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین در مرحله کاکل‌دهی تعداد مخزن (دانه) افزایش یافت. تنظیم‌کننده رشد اکسین با تاثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل انتقال مواد پرورده به مخزن بر ظرفیت مخزن تاثیر گذار می‌باشد.

در این پژوهش مصرف سیتوکینین و اکسین از طریق افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه عملکرد را افزایش دادند. نکته قابل توجه در این پژوهش اهمیت استفاده از آب‌های شور و لب شور و سازگاری در کشاورزی مناطق شور می‌باشد که با تغییر آرایش‌های کاشت در شرایط شور می‌تواند اثر قابل توجهی بر روی عملکرد دانه گذاشته به طوریکه اثر تنش شوری بر گیاه تا حد امکان کاهش یابد. زیرا با توجه به محل استقرار بوته در آرایش کاشت کف فارو، تجمع نمک در پای بوته کاهش می‌یابد و محیط مناسب‌تری نسبت به روش کاشت روی پشته برای رشد گیاه فراهم می‌شود.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پایان‌نامه دکتری با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. بدینوسیله از مسئولان مربوطه کمال تشکر را دارد. همچنین از مدیریت و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی دشتستان به خاطر همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

References

Amal, M. E., and Amira, M. H. 2009. Effect of acetylsalicylic acid, indole-3- butyric acid and gibberellic acid on plant growth and yield of pea (*Pisum sativum* L.). Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(4): 3514-3523.

Ashraf, M., Azhar, N., and Hussain, M. 2006. Indole acetic acid (IAA) induced changes in growth, relative water contents and gas exchange attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under water stress conditions. Journal of Plant Growth Regulation 50: 85-90.

Ashraf, M., Athar, H. R., Harris, P. J. C., and Kwon, T. R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy 97: 45-110.

Awan, I. U., Baloch, M. S., Sadozai, N. S., and Sulemani, M. Z. 1999. Stimulatory effect of GA and IAA on ripening process, kernel development and quality of rice. Pakistan Journal of Biological Sciences 2: 410-412.

Barzegari, M. 2006. Research report on planting corn in furrow on light, saline and sandy soils. Safi Abad Agricultural Research Center of Dezful. 32 pp. (in Persian)

Brenner, M. L., and Cheikh, N. 1995. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. Pp. 649-670. In: Davies P. J. (ed.). Plant Hormones. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Darussalam Cole, M. A., and Patrick, J. W. 1998. Auxin control of photoassimilate transport to and within developing grains of wheat. Australian Journal of Plant Physiology 25: 69-77.

Davies, P. J. 2004. Plant Hormones: Biosynthesis, signal transduction, action. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 750 pp.

Emam, Y., Karimzade- Soressjani, H., Mouri, S., and Maghsoudi, K. 2013. Reaction auxin and cytokinin concentrations of functional bread wheat and durum in terminal drought. Journal of Crop Production and Processing 3 (8): 93-103 (in Persian).

Espinoza, L., and Ross, J. 1996. Corn production. University of Arkansas, Arkansas, United States of America. Pp: 5-10.

Fahad, S., Nie, L., Chen, Y., Wu, C., Xiong, D., Saud, S., Hongyan, L., Cui, K. and Haung, J. 2015. Crop plant hormones and environmental stress. Sustainable Agriculture Reviews 15: 371-400.

FAO Report. 2013. http:// www. Fao. Org/ economic/ess/ess- publication/ ess-yearbook/ en/#. VNh3lyx8XGg.

Foidle, N., Makkar, H. P. S., and Becker, K. 2001. The Potential of *Moringa Oleifera* for agricultural and industrial uses. Pp.: 45-76. In: Fuglie, L. J. (ed.). The Miracle Tree: The Multiple Attribute of Moringa.

Garsia, R., and Hanowy, J. J. 1996. Foliar fertilization of soybean during the seed filling period. Agronomy Journal 68: 653-657.

Ghanbari- Birgani, D., Zand, E., Barzegari, M., and Khorramian, M. 2010. The effect of planting pattern and the use of herbicides on weed population, grain yield and water use efficiency of corn SC 704. Iranian Journal of Crop Sciences 12 (1): 1-17 (in Persian).

Gomez-Cadenas, A., Tadeo, F. R., Primo-Millo, E., and Talon, M. 1998. Involvement of abscisic acid and ethylene in the response of citrus seedlings to salt shock. Plant Physioly 103:475-484.

Hansen, H. K., and Grossmann, K. 2000. Auxin-induced enthylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. Plant Physiology 124: 1437-1448.

Hare, P. D., Cress, W. A., and Van Staden, J. 1997. The involvement of cytokinin in plant responses to environmental stress. Plant Growth Regulation 23: 79-103.

Huu-Sheng, L., and Tim, S. 1993. Role of auxin in maize endosperm development. Plant Physiology 103: 273-280.

Iqbal, M., and Ashraf, M. 2010. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany 86: 76-85.

Itai, C. 1999. Role of phytohormones in plant responses to stresses. Pp. 287-301. In: Lerner, H. R. (ed.) Plant responses to environmental stresss. From phytohormones to genome reorganization. Marcel Dekker, New York - Basel.

Javid, M. G., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Sanavy, S. A., and Allahdadi, I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science 5 (6): 726-734.

Jin, Y. H., Zhou, D. W., and Jiang, S. C. 2010. Comparison of soil water content and corn yield in furrow and conventional ridge sown systems in a semiarid region of China. Agricultural Water Management 97: 326-332.

Kaya, C., Tuna, A. L., and Okant, A. M. 2010. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34: 529-538.

Keshavarzi, M. S., Jafari- Haghighi, B., and Bagheri, A. R. 2013. Evaluation the effect of auxin and gibberellin on quantitative and qualitative characteristics of forage corn. Journal of Plant Ecophysiology 5(15) 26-35 (in Persian).

Khavari- Khorasani, S. 2012. The handbook of corn production. Gholami Press. 250 pp. (in Persian).

Koocheki, A., and Banayan, M.1994. Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 380 pp. (in Persian).

Koocheki, A., and Sarmad-Nia, Gh. 2012. Crop Physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 400 pp. (in Persian).

Kuiper, D., Schuit, J., and Kuiper, P. J. C. 1990. Actual cytokinin concentrations in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereals. Plant Soil 123: 243-250.

Lacerda, C. F. D., Cambraia, J., Oliva, M. A., Ruiz, H. A., and Prisco, J. T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany 49: 107-120.

Letham, D. S. 1978. Cytokinins. Pp. 205-243. In: Letham D. S., Goodwin P. B., Higgins T. J. V. (ed.). Phytohormones and related compounds. Vol 1. Elsevier, Amsterdam.

Machanda, G., and Garg, N. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Agricultural Plant Physiology 30: 595-618.

Merchan, F., de Lorenzo, L., González-Rizzo, S., Niebel, A., Megías, M., Frugier, F., Sousa, C., and Crespi, M. 2007. Analysis of regulatory pathways involved in the reacquisition of root growth after salt stress in *Medicago truncatula*. Plant Journal 51: 1-17.

Mervat, Sh. S., Mona, G. D., Bakry, B. A., and El-Karamany, M. F. 2013. Synergistic effect of indole acetic acid and kinetin on performance, some biochemical constituents and yield of faba bean plant grown under newly reclaimed sandy soil. World Journal of Agricultural Sciences 9 (4): 335-344.

Mirmohammadi-Maibodi, S. A., and Ghareyazi, B. 2002. Physiological and breeding aspects of plant salinity. University of Isfahan Publications. Isfahan, Iran. 245 pp. (in Persian).

Mohabbati, F., Moradi, F., Paknejad, F., Vazan, S., Habibi, D., Behneya, S., and Pour Irandoost, H. 2012. Effect of foliar application of auxin, absisic acid and cytokinin hormones on grain yield and yield components of three rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under low temperature stress conditions. Iran Journal of Field Crop Science 14 (1): 58-71 (in Persian).

Mozafar, A., and Goodin, J. R. 1986. Salt tolerance of two different drought-tolerant wheat genotypes during germination and early seedling growth. Plant and Soil Science 96: 303-316.

Naeem, M., Bhatti, I., Ahmad, R. H., and Ashraf, Y. M. 2004. Effect of some growth hormones (GA3, IAA and kinetin) on the morphology and early or delayed initiation of bud of lentil (*Lens culinaris* Medik). Pakistan Journal of Botany 36: 801-809.

Naqvi, S. 1999. Plant hormones and stress phenomena. Pp. 645-660. In: Pessarakli M (ed.) Handbook of Plant and Crop Physiology. Marcel Dekker, New York.

Najafinejad, H., and Farzamniya, M. 2006. Effect of planting pattern on yield, some agronomic traits and water use efficiency in grain corn. Pajouhesh and Sazandegi 82: 46-53.

Noormohamadi, Gh., Siadat, A. and Kashani, A. 2009. Cereal Agronomy. Shahid Chamran University of Ahvaz Publications, Ahvaz, Iran. 441 pp (in Persian).

Peleg, Z., and Blumwald, E. 2011. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. Current Opinion in Plant Biology 14: 290-295.

Rajala, A., and Peltonen-saninio, P. 2001. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. Agronomy Journal 93: 936-943.

Ranjan, R., Purohit, S., and Prasad, V. 2003. Plant Hormone: Action and Application. Agrobios (India). 243 pp.

Rezvani- Moghaddam, P., and Koocheki, A. 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects- halophytic ecosystem. International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC countries, Dubai, UAE.

Salardini, A. A. 2008. Soil fertility. University of Tehran Publications, Tehran, Iran. 434 pp (in Persian).

Silva, C., Martinez, V., and Carvajal, M. 2008. Osmotic versus toxic effects of NaCl on pepper plants. Biologia Plantarum 52 (1): 72-79.36.

Tahmasebi, I., and Rashed- Mohassel, M. H. 2009. Effect of plant density on yield and yield components of two hybrids of corn. Iranian Journal of Agricultural Research 7 (1): 105-113 (in Persian).

Tarakhovaskaya, E. R., Kang, E. J., Kim, K. Y., and Garbary, D. J. 2013. Influence of phytohormones on morphology and chlorophyll a fluorescence parameters in embryos of *Fucus vesiculosus* L. Russian Journal of Plant Physiology 60: 176- 183.

Thomas, J. C., Mcelwain, E. F., and Bohnert, H. J. 1992. Convergent induction of osmotic stress-responses: abscisic acid, cytokinin, and the effects of NaCl. Plant Physiology 100: 416-423.

Turan, M. A., Awad-Alkarim, A. H., Taban N., and Taban S. 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. African Journal of Agricultural Research 4: 893-897.

Xie, Z., Jiang, D., Cao, W., Dai, T., and Jing, Q. 2003. Relationships of endogenous plant hormones to accumulation of grain protein and starch in winter wheat under different post-anthesis soil water statuses. Plant Growth Regulation 41: 117–127.

Yazdi- Motlagh, A., Khavari- Khorasani, S., Bakhtiari, S., and Musa- Abadi, J. 2012. Effect of planting pattern on morphophysiologic characteristics, yield and yield components of forage maize varieties (*Zea mays* L.) in saline conditions. Journal of Agroecology 4: 324-327 (in Persian).